

изготовления;

- соответствие конструктивных параметров компоновочной схеме и конструкции грузозагрузочных устройств;
- высокая точность;
- агрегатирование и блочно-модульное построение конструкции по заданным техническим параметрам;
- простота и надежность управления.

Из проведенного анализа проблем создания и внедрения переналаживаемых автоматизированных линий можно прийти к выводу, что основными конструктивно-технологическими факторами, определяющими переналаживаемость технологического процесса, являются:

1. Факторы, связанные с предметом труда:

- конструктивная форма деталей;
- виды обрабатываемых и базирующих поверхностей;
- точность выполнения размеров;
- шероховатость;
- габаритные размеры;
- материал;
- вид заготовок.

2. Вид технологического процесса:

- единичный;
- типовой;
- степень детализации;
- последовательность операций;
- режим резания;
- схемы базирования.

3. Факторы, связанные со средствами и орудиями труда:

- технологическое оборудование;
- технологическая оснастка;
- режущий инструмент;
- грузозагрузочно-разгрузочные и транспортные средства.

Список литературы: 1. Бойцов В.В. Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства. – М.: Машиностроение, 1982, 319с. 2. Воскобойников Б.С. Комплексно-автоматизированные системы из станков с ЧПУ для обработки корпусных деталей. – М.: Станки и инструмент. 1999. - № 5. – с. 31 – 34.

*Поступила в редколлегию 15.05.2008*

**УДК.338.366.4**

*М.В. ЛИТВИНЕНКО*

## **УЛУЧШЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЛАСТМАССОВЫХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ**

Стаття присвячена проблемі організації високоефективного виробництва пластмасових сцинтиляційних профілів, призначених для комплектації радіометричної апаратури для досліджень фізики високих енергій. У результаті комплексного вирішення науково-організаційних, технологічних та економічних завдань, що мають місце при виробництві вітчизняних пластмасових сцинтиляторів, вирішені дві першочергові: збільшена продуктивність і знижена виробнича собівартість.

Article is devoted to a problem of the organization of highly effective manufacture plastic scintillation the structures intended for a complete set of the radiometric equipment for researches of physics high energy. As a result of the complex decision scientific - organizational, science of materials, the technological and economic tasks having a place by manufacture domestic plastic scintillator, two are solved prime: productivity is increased and the industrial cost price is reduced.

Современный рынок пластмассовых сцинтилляторов (ПС) требует от руководителей предприятий, специализирующихся на их выпуске, значительных усилий по обеспечению конкурентных преимуществ (качество/цена) продукции, которые являются гарантом продолжительного эффективного функционирования предприятия и его положения на внутреннем и внешнем производственных рынках.

Большим спросом в настоящее время при строительстве детекторных установок для экспериментов в области ядерной физики и физики высоких энергий приобретают длинномерные пластмассовые сцинтилляторы в виде полос (ПС стрипов) длиной до 7 метров, со сбором света через спектросмещающее волокно (WLS-волокно). Спрос на такие изделия на мировом рынке (Япония, США, Швейцария, Франция) достаточно высокий при условии гарантии высокого качества.

При организации производственного процесса ПС стрипов имеет место тесное сотрудничество материаловедов, специалистов по механической обработке и экономике. В первую очередь это связано со сложностью и определенной новизной производства длинномерных ПС стрипов. Существует ряд работ, посвященных вопросам производства ПС [1-4]. Бесспорный лидер в исследовании процессов полимеризации и обработки – Институт сцинтилляционных материалов НТК "Институт монокристаллов" НАН Украины, г. Харьков.

Анализ существующей ситуации производства отечественных ПС-стрипов показал – на сегодняшний день, учитывая, что удалось добиться значительных результатов в технологии производства [5, 6], мало эффективно

функционируют организационная и финансовая составляющие. Имеют место значительные материальные и трудовые затраты на производство ПС стрипов, а прибыль от их реализации с трудом можно назвать удовлетворительной. На международном рынке цены на ПС продукцию уже сложились и в данном случае необходимо добиться снижения затрат на их производство за счет эффективной организации производственного процесса и разработки оригинальной экономической стратегии.

Цель данной работы – улучшение экономических и организационных процессов производства отечественных ПС.

Основываясь на опыте организации обработки ПС подчеркнута особая важность в мероприятиях ориентированных на качественное улучшение экономических и организационных процессов производства отечественных пластмассовых сцинтилляторов (рис. 1).

Задачи, решаемые при организации высокоэффективного производства ПС стрипов

Научно-организационные	Материаловедческие	Технологические	Экономические
<ul style="list-style-type: none"> <li>• комплексное решение задач, направленных на организацию рационального производства созэкструзионных стрипов с учетом объема и качества готовых ПС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• правильный выбор для полимеризации ПС марки мономерного сырья;</li> <li>• получение и подготовка к экструзии блочного полистирольного сцинтиллятора;</li> <li>• выбор материала светоотражающего покрытия с подходящей для экструдирования вязкостью</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отработка технологических режимов процесса полимеризации для получения сцинтилляционного материала с высокой прозрачностью и сцинтилляционной эффективностью и молекулярно-массовым распределением</li> <li>• механическая обработка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение затрат на проектирование;</li> <li>• снижение длительности цикла производства изделий;</li> <li>• сокращение затрат на материал;</li> <li>• сокращение затрат на единицу продукции;</li> <li>• уменьшение величины оборотных средств (в части незавершенного производства)</li> </ul>

Рис. 1 – Организация высокоэффективного производства ПС стрипов

В ходе сотрудничества НТК "Институт монокристаллов" НАН Украины, ООО НПП «Амкрис-Пласт» и НТУ «ХПИ» при решении материаловедческих задач получены следующие результаты [6]:

– в качестве мономерного сырья выбран мономер стирола высшей очистки с содержанием основного вещества не менее 99,8 % масс. и наличием ненормированных примесей (дивинилбензол, бензальдегид, фенилацетат и т.п.) в пределах 0,0005 – 0,01 % масс.;

– получен блочный полистирольный сцинтиллятор, материал которого легко формуется в стрипы требуемых размеров и конфигурации при

оптимальных режимах оборудования, а готовые ПС стрипы соответствуют по размерам, форме и свойствам условиям эксплуатации.

Технологические задачи включают всю совокупность вопросов по технологии получения блочного сцинтиллятора на основе полистирола, по технологии его экструдирования, по аппаратному оформлению технологических процессов. К ним относятся:

– отработка технологических режимов процесса полимеризации, которая связана: с разработкой условий подготовки сырья для экструзии стрипов; с разработкой технологических параметров экструзии при которых расплав хорошо формуется в стрипы нужной формы и размеров, а эксплуатационные характеристики готовых ПС соответствуют требуемым значениям;

– выбор режима созэкструзии для стрипов с прочным и равномерным по толщине покрытием;

– выбор условий фрезерования канавки на стрипе для спектросмещающего волокна;

– выбор типоразмера оборудования таким образом, чтобы максимально использовать его возможности, обеспечивать высокую производительность при качественном изготовлении стрипов;

– разработка технологического регламента – рекомендаций по созданию формулирующего оборудования.

Как уже отмечалось научно-организационные задачи – это совокупность задач, направленных на организацию рационального производства стрипов с учетом объема и качества готовых ПС. Одна из главных задач создания серийного способа производства – повышение суточной производительности установки. Проведенная модернизация установки позволила повысить суточную производительность в три раза (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ технических возможностей установки для получения ПС стрипов до и после ее модернизации

До модернизации	После модернизации
<ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствует система охлаждения</li> <li>• скорость экструзии – 30-40 см/мин</li> <li>• объем загрузки – 60 л</li> <li>• суточная производительность – 35 шт</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• установлена система охлаждения</li> <li>• установлен насос – скорость экструзии 170-200 см/мин</li> <li>• новый рабочий цилиндр – объем загрузки 260 л</li> <li>• суточная производительность – 100 шт</li> </ul>

Если рассматривать большой временной цикл (например, месяц), то наблюдается периодичность в количестве полученных стрипов (см. рис.2,а) и плато на графике роста суммарного количества продукции (рис. 2,б).

Периодичность экструзионного процесса определяется тем, что стадия подготовки к экструзии блочного полистирольного сцинтиллятора (полуфабриката) занимает четверо суток. На данном этапе именно периодичность полимеризационного процесса ограничивает месячную производительность на уровне 1500-1600 ПС стрипов.

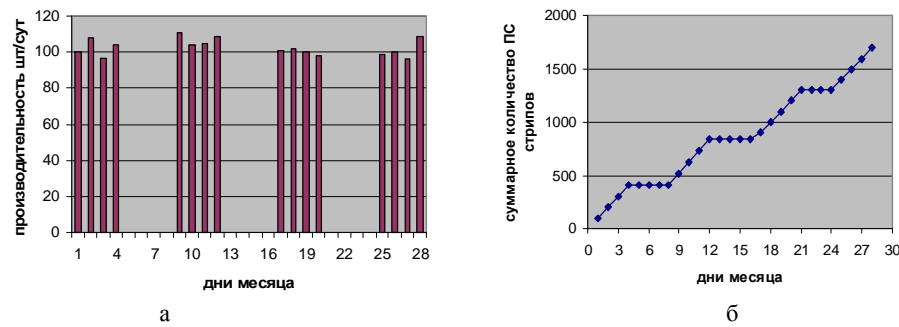


Рис. 2 – Суточная производительность промышленной установки (а) и рост суммарного количества ПС стрипов (б) в течение месяца

Для устранения перерывов в подготовке полуфабриката на участке экструзии было рекомендовано изготовить и ввести в эксплуатацию второй полимеризатор. Наличие второго полимеризатора позволило вести подготовку полуфабриката по очереди с первым и обеспечило постоянное его наличие. Принципиально в схеме экструзии ничего не изменилось, но были устранены простои из-за отсутствия расплава блочного сцинтиллятора. В результате производительность увеличилась почти в два раза (рис. 3).

Автором разработана и внедрена система производственного контроля качества, позволяющая выявить бракованные ПС стрипы еще вначале производственного цикла их изготовления (рис. 4).

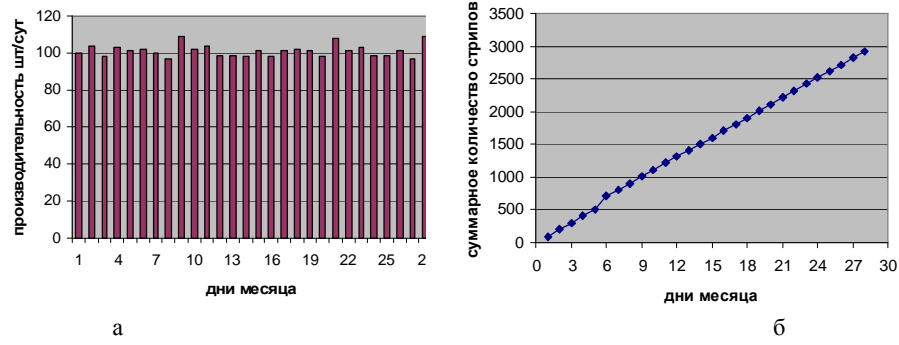


Рис. 3 – Суточная производительность промышленной установки (а) и рост суммарного количества ПС стрипов (б) в течение месяца при работе с двумя полимеризаторами



Рис. 4 – Система производственного контроля качества ПС стрипов

Модернизация установки, получение блочного полистирольного сцинтиллятора, устранение простоев и внедрение системы производственного

контроля качества производства отечественных ПС-стрипов позволили реализовать некоторые из основных факторов снижения себестоимости:

– относительное снижение себестоимости за счет экономии материальных затрат ( $\% \Delta C_m$ ) в результате изменения расхода сырья (снижение брака) в пересчете на единицу продукции:

$$\% \Delta C_m = (1 - I_m * I_u) * \alpha_{м.з} * 100 = (1 - 0,845) * 0,6 * 100 = 9,3\%$$

где  $I_m$  – индекс норм затрат материальных ресурсов на один ПС-стрип;

$I_u$  – индекс цен на единицу материального ресурса;

$\alpha_{м.з}$  – доля материальных затрат в себестоимости ПС-стрипа.

– относительное снижение себестоимости ( $\% \Delta C_{п.п}$ ) за счет роста производительности труда:

$$\% \Delta C_{п.п} = \alpha_{з.п} * (1 - (I_{з.п} / I_{п.п})) * 100\% = 0,22 * (1 - 0,3) * 100 = 15,4\%$$

где  $I_{з.п}$  – индекс роста заработной платы;

$I_{п.п}$  – индекс роста продуктивности труда;

$\alpha_{з.п}$  – доля заработной платы в себестоимости ПС-стрипа.

В результате, проведенной работы успешно решены следующие технико-экономические задачи:

– увеличен объем выпуска изделий за счет сокращения простоев оборудования, потерь рабочего времени и длительности производственного цикла;

– снижены затраты на материал за счет сокращения брака, своевременного контроля и корректировки производственного процесса;

– уменьшена величина оборотных средств (в части незавершенного производства) за счет их ускоренной оборачиваемости в результате сокращения длительности цикла производства.

Все перечисленное выше позволит добиться сокращения затрат на единицу продукции (на ПС стрип) и увеличить прибыль, что имеет особую важность и значимость для существующей производственной ситуации.

Основной вывод проведенной работы – в результате комплексного решения материаловедческих, технологических и научно-организационных задач разработана и внедрена в эксплуатацию усовершенствованная технология изготовления ПС стрипов. Это обеспечило увеличение производительности в шесть раз (160 стрипов в сутки), снижение процента брака до 1,5%, а производственной себестоимости на 25%.

Список литературы: 1. Гринев Б.В., Сенчишин В.Г. Пластмассовые сцинтилляторы. – Х.: Акта, 2003. С. 157-164. 2. Заявка на патент №20041216828 от 27.12.04 «Спосіб одержання світловідбиваючого покриття на поверхні виробів з полімерних сцинтиляційних матеріалів». 3. V. Senchyshyn, B.Grynyov, S. Melnychuk, A. Adadurov, N. Khlapova, M. Dracos, A. Olchevski, Y. Gornushkin, A. Nozdryn, A. Sadovski. Low Cost Extruded Plastic Scintillating Strips for Opera Experiment. Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, 2005. Abstracts Books. 4. Н.В. Вереzub, М.В. Литвиненко, С.В. Мельничук, В.Э. Леман, С.С. Миненко. Особенности фрезерования канавки под световод на полистирольных сцинтилляционных профилях // Весник НТУ «ХПИ». – Харьков. – 2005. – №23, – С. 45-53. 5. Литвиненко М.В. Повышение функциональных и эксплуатационных характеристик оптических полистирольных изделий полученных фрезерованием. Дис. ... к-та техн. наук. – Харьков, 2004. 183 с. 6. Гринев Б.В., Сенчишин В.Г., Мельничук С.В., Литвиненко М.В., Лагутин В.Н., Ольшевский А.Г., Ноздрин А.А., Горнушкин Ю.А., М. Dracos. Высокоэффективная технология серийного изготовления длинномерных пластмассовых сцинтилляторов. // Пластические массы, Россия. – Москва, 2006. – №11. – С. 47-51.7.

*Поступила в редколлегию 15.05.2008*

**УДК 621.318:37**

*Г.Ю. МАРТЫНЕНКО*

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЖЕСТКОГО РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА В АКТИВНЫХ МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКАХ**

Research of dynamics of rotors of turbocompressors with the active magnetic bearings is conducted on the basis of the offered mathematical model. The stability of motion of these rotors at the use of the developed method of discrete control by the magnetic bearings is proved. The results of calculations and experimental researches on definition of rational parameters of magnetic suspension for the experimental model of compressor are described.

**Введение.** Активные магнитные подшипники (АМП) являются альтернативой подшипникам качения, скольжения, газодинамическим и обладают по сравнению с ними целым рядом преимуществ (отсутствие смазочных систем, снижение потерь на трение, сравнительно большой зазор и т.д.) [1]. АМП в настоящее время используются в различных роторных машинах и агрегатах, например, в качестве опор роторов турбомолекулярных и питательных насосов, металлорежущих станков (электрошпинделя), компрессоров нефтедобывающих и газоперекачивающих станций (ГПА) и др.

При математическом описании системы «ротор в АМП» выделяются следующие части: математическая модель ротора, модель подшипников и закон управления, который реализуется с помощью системы управления [2]. Корректное определение и проверка параметров алгоритмов управления с помощью численных экспериментов возможно только в случае адекватного